

## NAVIGATION DEVICE

**Publication number:** JP2000279425 (A)

**Publication date:** 2000-10-10

**Inventor(s):** FURUHASHI YUKITO; SHIBAZAKI TAKAO; SAITO AKITO; MATSUZAKI HIROSHI; KOSAKA AKIO; ASANO TAKEO

**Applicant(s):** OLYMPUS OPTICAL CO

**Classification:**

- international: **G06F3/048; A61B5/00; A61B19/00; G06Q50/00; G06F3/00; G06F19/00; G06F3/048; A61B5/00; A61B19/00; G06Q50/00; G06F3/00; G06F19/00; (IPC1-7): G06F3/00; G06F19/00; A61B19/00; A61B5/00**

- European:

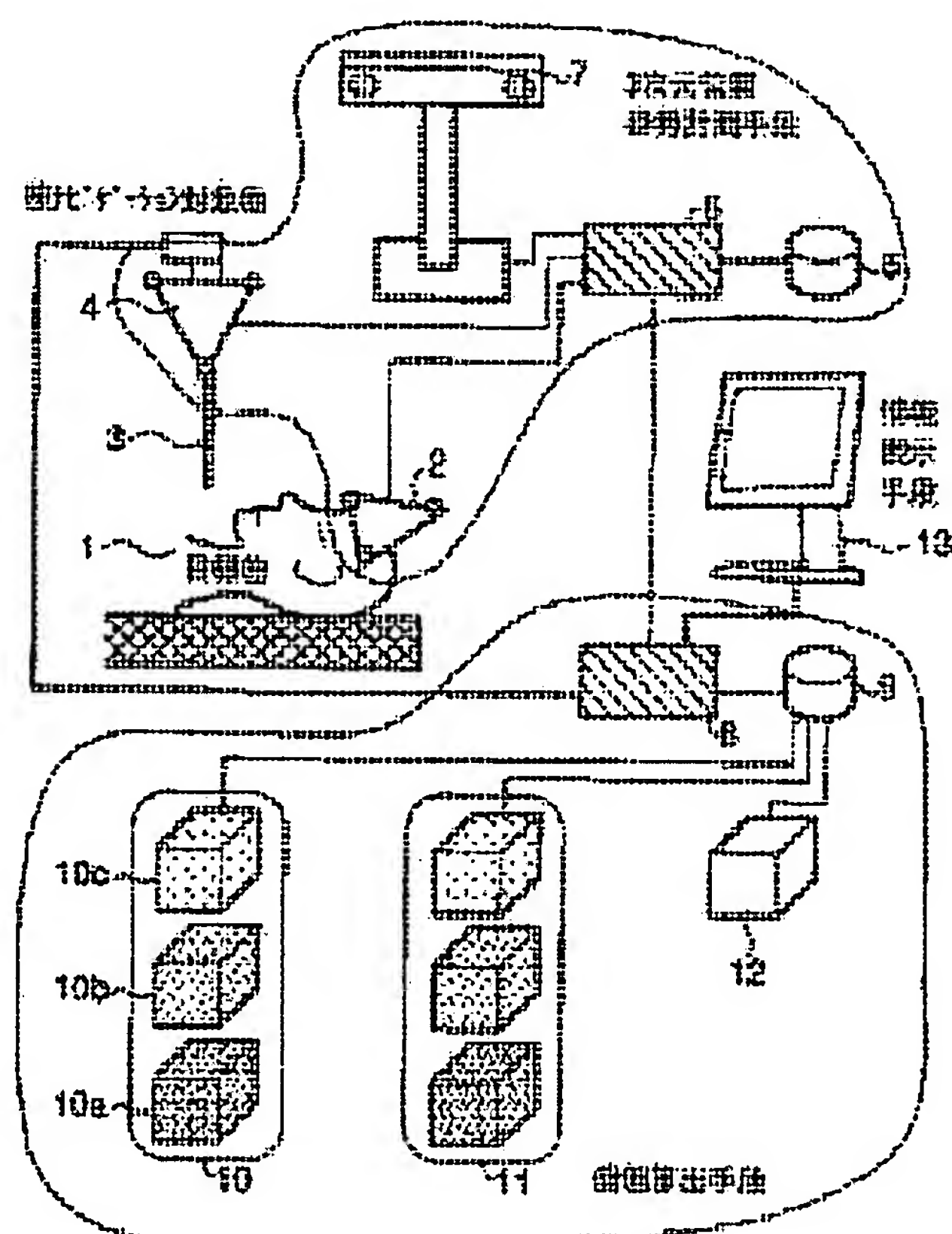
**Application number:** JP19990089405 19990330

**Priority number(s):** JP19990089405 19990330

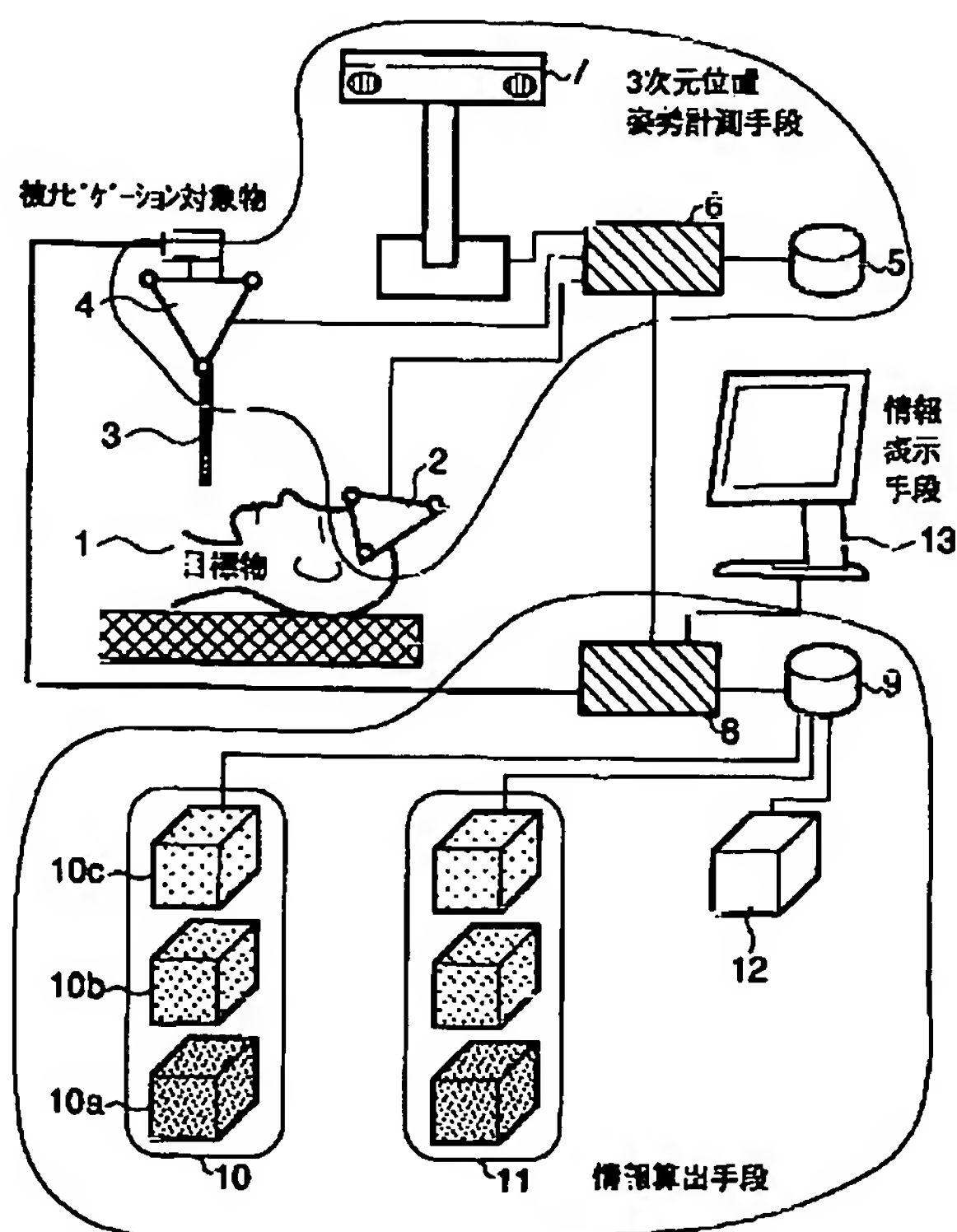
### Abstract of JP 2000279425 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To visually and easily grasp a distance between a target object and an object and also to permit a user to easily obtain required kinds of navigation information.

**SOLUTION:** The position and attitude of an endoscope 3 and a testee body 1 in a three-dimensional space are measured and navigation information for navigating the object to a target is generated. Then navigation information is displayed on a liquid crystal monitor 13 by changing a color, a line thickness, a plotting size and plotting density, for example, when the information is displayed in accordance with relation in the position and attitude of the endoscope 3 and the testee body 1.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象物と目標の3次元空間における位置姿勢を計測して、上記対象物を目標にナビゲートするためのナビゲーション情報を生成するナビゲーション装置において、

上記ナビゲーション情報を、上記対象物と上記目標の位置姿勢関係に応じて異なる態様で表示する表示手段をさらに具備することを特徴とするナビゲーション装置。

【請求項2】 対象物と目標の3次元空間における位置姿勢を計測して、上記対象物を目標にナビゲートするためのナビゲーション情報を生成するナビゲーション装置において、

上記3次元空間における位置姿勢が計測可能な場合には、上記対象物又は上記目標のモデル画像、ナビゲーション方向情報、上記対象物と上記目標間の距離情報の少なくとも一つを表示し、計測不可能な場合には、計測不能であることを表す情報を表示する表示手段をさらに具備することを特徴とするナビゲーション装置。

【請求項3】 上記対象物は撮像手段を具備し、上記撮像手段で撮像した画像を他の情報に重畳して上記表示手段に表示可能であることを特徴とする請求項1又は2に記載のナビゲーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被ナビゲーション対象物と目標の3次元空間における位置姿勢情報に基づいてナビゲーション情報を変化させるナビゲーション装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、特開平9-173352号公報や特開平10-5245号公報に開示されているように、医療用、手術用のナビゲーション装置が従来より各種提案されている。

【0003】ここで、特開平9-173352号公報に開示された医用ナビゲーションシステムでは、被検体所望部分指定手段により指定された被検体の所望の部分の情報（外形形状、医用画像情報）を表示装置によって表示するようにしている。また、外観撮影手段より得られる映像情報と、外形計測手段により計測された外形情報と、医用画像撮影手段より得られる医用画像情報とを、画像表示手段により重ね合わせて表示するようにしている。

【0004】また、特開平10-5245号公報に開示された外科手術支援装置では、手術部位の断層像の画像データと、手術器具と、手術器具先端付近の血管を検知する血管検知手段と、手術器具の現在位置を検出する位置検出手段と、手術器具の先端部の位置と手術器具の挿入方向とを算出する演算手段と、手術器具の先端部が位置している部位が撮影されている画像データを選択する画像選択手段と、画像選択手段により選択された画像上

に、手術器具の先端部を示す所定のパターンを重ね合わせる画像合成手段より、時々刻々変化する手術器具の位置や検知された血管を選択された断層像へ重ね合わせて表示ようにしている。これにより、術者は、被検体の体内に挿入している手術器具の先端部の位置情報を断層像上で視覚的に確認するというものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記公報に開示されているナビゲーションには、以下のような課題がある。

【0006】即ち、特開平9-173352号公報に開示された医用ナビゲーションシステムでは、被検体所望部分指定手段により指定された被検体の所望部分の情報が表示されるのであって、使用者が望む部分へ被検体所望部分指定手段をナビゲーションすることは困難である。また、外観撮影手段より得られる映像情報と外形計測手段により計測された外形情報、医用画像撮影手段より得られる医用画像情報とを重ね合わせて表示する際に、表示される情報の視線方向、つまり表示面に垂直な方向の距離感を得ることが困難である。さらにまた、計測範囲内であるが表示範囲外である場所に被検体、及び被検体所望部分指定手段が位置する際に、何ら情報が与えられていないため、どのように動かすことで被検体へアプローチできるのかを、画面表示から判断することは困難である。

【0007】また、特開平10-5245号公報に開示された外科手術支援装置では、血管と手術器具との距離を知るために、表示される断層像上の手術器具の先端位置と検知された血管の位置との間隔を、使用者が常に意識していなければならない。

【0008】本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、表示するナビゲーション情報を、目標物と被ナビゲーション対象物との相対的な3次元的位置姿勢に応じて変化させることにより、目標物と被ナビゲーション対象物との距離を視覚的に把握しやすくすること、及び必要な種類のナビゲーション情報を使用者が容易に入手できるナビゲーション装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1に記載の発明によるナビゲーション装置は、対象物と目標の3次元空間における位置姿勢を計測して、上記対象物を目標にナビゲートするためのナビゲーション情報を生成するナビゲーション装置であって、上記ナビゲーション情報を、上記対象物と上記目標の位置姿勢関係に応じて異なる態様で表示する表示手段をさらに具備することを特徴とする。

【0010】即ち、請求項1に記載の発明のナビゲーション装置によれば、ナビゲーション情報を、対象物と目標の位置姿勢関係に応じて異なる態様で表示するようにしているので、使用者は、容易に3次元空間における位



置姿勢を把握することができる。

【0011】なお、上記構成は、後述する第1及び第2の実施の形態が対応するもので、上記目標は、被検体1、手術対象となる患部、手術において注意すべき部位が該当するが、実体が存在する被検体に限らず、予め取得した実在の目標物の画像情報から再構成された2次元、又は3次元のモデル像として表示される仮想の目標物も含む。また、上記対象物は、内視鏡3が該当するが、目標に対して観察や操作を行うための吸引管やピンセット等の処置具なども含む。上記表示手段は、液晶モニタ13が該当するが、CRTディスプレイやヘッドマウントディスプレイなどの映像情報表示装置も含む。そして、上記「異なる態様」とは、ナビゲーション情報を表示する際の色、線の太さ、描画される大きさ、及び描画の疎密を意味している。

【0012】また、請求項2に記載の発明によるナビゲーション装置は、対象物と目標の3次元空間における位置姿勢を計測して、上記対象物を目標にナビゲートするためのナビゲーション情報を生成するナビゲーション装置であって、上記3次元空間における位置姿勢が計測可能な場合には、上記対象物又は上記目標のモデル画像、ナビゲーション方向情報、上記対象物と上記目標間の距離情報の少なくとも一つを表示し、計測不可能な場合には、計測不能であることを表す情報を表示する表示手段をさらに具備することを特徴とする。

【0013】即ち、請求項2に記載の発明のナビゲーション装置によれば、3次元空間における位置姿勢が計測可能な場合には、上記対象物又は上記目標のモデル画像、ナビゲーション方向情報、上記対象物と上記目標間の距離情報の少なくとも一つを表示するようにしているので、使用者は、容易に3次元空間における位置姿勢を把握することができる。また、計測不能であることを表す情報を表示するので、使用者は、計測不能であることを容易に知ることができる。

【0014】なお、上記構成は、後述する第1及び第2の実施の形態が対応するもので、上記目標は、被検体1、手術対象となる患部、手術において注意すべき部位が該当するが、実体が存在する被検体に限らず、予め取得した実在の目標物の画像情報から再構成された2次元、又は3次元のモデル像として表示される仮想の目標物も含む。また、上記対象物は、内視鏡3が該当するが、目標に対して観察や操作を行うための吸引管やピンセット等の処置具なども含む。上記表示手段は、液晶モニタ13が該当するが、CRTディスプレイやヘッドマウントディスプレイなどの映像情報表示装置も含む。

【0015】また、上記モデル画像は、第1の実施の形態ではワイヤフレーム3次元モデルデータ10が該当するが、外形形状を表現できるモデルデータであれば一般的な3次元コンピュータグラフィックスで用いられるデータ構造も含む。また、第2の実施の形態では、内視鏡

3の正射影像27を表現する線が該当するが、外形形状を表現できるものであれば一般的な3次元コンピュータグラフィックスで用いられる表現方法も含む。さらに、このモデル画像は、第1及び第2の実施の形態では、対象部位の3次元ボリュームデータ11が該当するが、2次元ピクセルデータが複数存在する形態も含む。

【0016】また、上記ナビゲーション方向情報は、第1の実施の形態では矢印21が該当するが、三角形や丸等の2次元幾何学図形や円錐等の3次元幾何学図形や画像データ等視覚的に確認できるものを含む。

【0017】そして、上記距離情報は、第1の実施の形態では患部への距離を示す数字31が該当するが、任意の目標物への距離を示す数字を含む。あるいは、これは、第1の実施の形態では患部への距離を示す棒30が該当するが、三角形や丸等の2次元幾何学図形や円柱等の3次元幾何学図形や画像データ等視覚的に確認できるものを含む。

【0018】また、上記計測不能であることを表す情報は、第1の実施の形態では「計測不能状態」という文字情報28が該当するが、これは計測不能な状態を表現する任意の文字情報を含む。さらに、これは、第1の実施の形態では黄色で太さ60ピクセルの棒29が該当するが、計測不能を示すことを定義された任意の記号的パターンを含む。

【0019】また、請求項3に記載の発明によるナビゲーション装置は、上記請求項1又は請求項2に記載の発明によるナビゲーション装置において、上記対象物が撮像手段を具備し、上記撮像手段で撮像した画像を他の情報に重畳して上記表示手段に表示可能であることを特徴とする。

【0020】即ち、請求項3に記載の発明のナビゲーション装置によれば、対象物の撮像手段で撮像した画像を他の情報に重畳して表示するので、表示手段上で、実際の映像情報とナビゲーション情報を同一の空間上の情報として得られることにより、使用者は、まだ見えぬ実体の位置や形状や状態をナビゲーション情報から容易に把握することができる。

【0021】なお、上記構成は、後述する第1の実施の形態が対応するもので、上記対象物は、第1の実施の形態では内視鏡3が該当するが、顕微鏡なども含む。また、上記表示手段は、第1の実施の形態では液晶モニタ13が該当するが、CRTディスプレイやヘッドマウントディスプレイなどの映像情報表示装置も含む。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0023】[第1の実施の形態]図1は、本発明の第1の実施の形態に係るナビゲーション装置の構成を示す図である。

【0024】即ち、手術台に被検体1が仰向けの状態で

寝ている。そして、その被検体1の頭部には、赤外線LEDを三角形に配置した硬質なセンシングプレート2がテープにて取り付けられており、頭部に対しての取り付け位置姿勢が容易には変化しないようになっている。また、内視鏡3には、赤外線LEDを三角形に配置した硬質なセンシングプレート4が固定的に取り付けられている。これらセンシングプレート2、4上で、配置されたLED同士的位置関係が変化することはない。また、各センシングプレート2、4上で定義された座標系に対して、各LEDが配置された位置は事前に計測しており、LED定義データとしてセンサ情報記憶部5に蓄えられている。このセンサ情報記憶部5は、センサ制御部6に接続されている。そして、センシングプレート2、4が計測範囲内に位置するように、画像撮影方式のセンサアセンブリ7を配置する。センサ制御部6にセンシングプレート2、4とセンサアセンブリ7が接続され、3次元位置姿勢計測手段を構成している。

【0025】このような3次元位置姿勢計測手段で計測された3次元位置姿勢情報は、センサ制御部6よりナビゲーション情報制御部8に渡される。ここで、予め計測された被検体、手術対象となる患部、手術において注意すべき部位の外形形状情報と内部断層像情報はCTやMRIにより事前に計測され、低解像度（例えば、 $32 \times 32 \times 32$ ボクセルの解像度）、中解像度（例えば、 $128 \times 128 \times 128$ ボクセルの解像度）、高解像度（例えば、 $512 \times 512 \times 512$ ボクセルの解像度）な情報に分られ、画像処理用計算機等によりワイヤフレーム3次元モデルデータ10（高解像度ワイヤフレーム3次元モデルデータ10a、中解像度ワイヤフレーム3次元モデルデータ10b、低解像度ワイヤフレーム3次元モデルデータ10c）と3次元ボリュームデータ11（高解像度3次元ボリュームデータ11a、中解像度3次元ボリュームデータ11b、低解像度3次元ボリュームデータ11c）へ変換され、ナビゲーション情報記憶部9にデータとして蓄えられている。

【0026】また、このナビゲーション情報記憶部9には、距離マップ12も予め記憶されている。ここで、距離マップ12とは、図2及び図3に示すように、3次元配列の値が対象部位（被検体、手術対象となる患部、手術において注意すべき部位）の表面からの最短距離を表し、配列の添字番号が対象部位が存在する空間での3次元位置座標に対応する変数となっている。例えば、最小分割単位が0.1 [mm]の時は、添字番号の1/10がミリメートルで表現された座標値となる。このような距離マップが、事前に距離マップ作成用計算機等によって各対象部位ごとに作成され、ナビゲーション情報記憶部9にデータとして蓄えられている。なお、ワイヤフレーム3次元モデルデータ10と3次元ボリュームデータ11、及び距離マップ12は全て同一の座標系になるように、座標変換演算をなされている。

【0027】そして、上記内視鏡3の光学系より得られる画像は、図示しないカメラ制御装置、画像入力ボードを介して、上記ナビゲーション情報制御部8に取り込まれるようになっている。

【0028】このナビゲーション情報制御部8で生成されるナビゲーション情報は、情報表示手段としての液晶モニタ13によって、使用者に対し表示される。被検体1のデータと被検体自身は、図4に示すように、特徴点のデータ上の座標値mと、これに対応する特徴点のセンシングプレート2で規定される座標値pを計測し、座標変換行列（ $p H m$ ）14を算出することで関連付けられている。この座標変換行列14は、上記ナビゲーション情報記憶部9に蓄えられている。

【0029】ここで、座標変換行列とは、図5に示すように、3次元空間での回転動作を表す3行3列の回転成分Rと、3次元空間での並進動作を表す3行1列の並進成分Tと、定数成分と、で構成される4行4列の行列である。

【0030】また、図6に示すような、センシングプレート4で規定される座標系から内視鏡3の光学系を表現するカメラモデルで使用される座標系への座標変換行列（ $c H e$ ）15と、カメラモデル座標系から実際の液晶モニタ13上の座標系への座標変換行列（ $f\_c t o s$ ）16も求められて、上記ナビゲーション情報記憶部9に蓄えられている。

【0031】次に、このような構成における作用を説明する。

【0032】本ナビゲーション装置の動作中、上記3次元位置姿勢計測手段の構成要素であるセンサ制御部6は、センシングプレート2、4の各赤外線LEDの3次元位置を計測し、センサ情報記憶部5に蓄えられたLED定義データを用いて、センシングプレート2、4の3次元位置姿勢を、センシングプレート2で定義される3次元空間上でのセンシングプレート4で定義される空間の原点の座標値と、センシングプレート4で定義される空間のX、Y、Z軸の単位ベクトルの値として算出する。そして、この3次元位置姿勢情報より、図7に示すように、被検体1の頭部に取り付けられたセンシングプレート2から内視鏡3に取り付けられたセンシングプレート4への座標変換行列（ $p H e$ ）17が算出される。この座標変換行列17と上記座標変換行列14、15、16とより、図8に示すように、対象部位のデータが液晶モニタ13上での位置データへ変換され、この位置データを用いてナビゲーション情報制御部8でナビゲーション情報が生成される。

【0033】このナビゲーション情報制御部8へは、上記内視鏡3の光学系からの映像も入力されており、よって、上記ナビゲーション情報とその映像とを重畳して、図9の(A)に示すように、液晶モニタ13にて表示する。



【0034】ここで、図7に示すように、内視鏡3の先端位置を上記座標変換行列14、15、17を用いて座標変換し、距離マップ12を参照することにより、対象部位と内視鏡3の先端との相対的な距離が求められる。そこで、液晶モニタ13上には、図9の(A)に示すように、被検体1と内視鏡3が計測可能な状態にある時には、上記対象部位と内視鏡3の先端との相対的な距離を、患部への距離として、棒30の長さで数字31で表現して表示する。

【0035】内視鏡3を用いた外科手術では、被検体1の外部より患部に向かって、傷付けてはならない部位に注意しながら内視鏡3を挿入し、患部を処置しなければならない。

【0036】内視鏡3が被検体1の外部にある時、対象部位のモデル像は、図9の(A)に示すように、外形形状のワイヤフレーム像18として生成される。そして、本実施の形態においては、このワイヤフレーム像18の線の色や太さを、上記方法により求められた内視鏡3先端と対象部位との相対的距離に応じて変化させるようにしている。また、上記患部への距離を示す棒30の色と太さ、数字31とその背景の色も変化させる。

【0037】例えば、上記相対的距離が10mm以上離れている時には、ワイヤフレーム像18の線の色は青色、線の太さは1ピクセル、距離を示す棒30の色は青色、棒30の太さは20ピクセル、数字31の背景色は青色とし、それが0mm以上10mm未満離れている時には、ワイヤフレーム像18の線の色は黄色、線の太さは2ピクセル、距離を示す棒30の色は黄色、棒30の太さは30ピクセル、数字31の背景色は黄色、また、それが0mm以上10mm未満挿入されている時には、ワイヤフレーム像18の線の色は紫色、線の太さは2ピクセル、距離を示す棒30の色は紫色、棒30の太さは30ピクセル、数字31の背景色は紫色、というように変化させる。

【0038】このように、予め設定された距離に達した時に、その距離に応じた色へ描画されるワイヤフレーム像18の色が変化したり、線の太さが変化することにより、使用者は、対象となっている部位への距離を視覚的に捉えることができる。また、注意すべき部位へ内視鏡3がある設定距離以上に近付いた際に、注意すべき部位を表すワイヤフレーム像18の線が太く描画されることにより、使用者は、注意すべき部位へ近付き過ぎたことを視覚的に捉えることができる。例えば、注意すべき部位に関する距離マップ12の参照値が10mm以下になったならば、線の太さを5倍に変化させる。

【0039】また、内視鏡3と対象部位との相対的距離に応じて描画されるワイヤフレーム像18の粗密も変化させるようにしている。即ち、相対的距離が小さくなるにつれて、より詳細なワイヤフレーム3次元モデルデータ10へ切り替えて描画を行い、相対的距離が大きくな

るにつれて、間引かれたワイヤフレーム3次元モデルデータ10へ切り替えて描画を行う。例えば、対象部位までの距離が30mm未満であったならば高解像度ワイヤフレーム3次元モデルデータ10aを用い、対象部位までの距離が30mm以上100mm未満であったならば中解像度ワイヤフレーム3次元モデルデータ10bを用い、対象部位までの距離が100mm以上であったならば、低解像度ワイヤフレーム3次元モデルデータ10cを用いる。この作用により、描画完了までの時間を短くするために粗いワイヤフレーム3次元モデルデータを用いなければならず、近付いた時に詳細な情報を表示できなかったり、逆に、詳細なワイヤフレーム3次元モデルデータを用いたために、対象部位から遠くにある時に不要な細部の情報を描画することによって描画完了までの時間が長くなったりするといった問題が生じることがなく、距離に応じて必要な詳細度と十分な描画速度を実現できる。

【0040】また、本実施の形態においては、内視鏡3が被検体1内部へ挿入される際には、内視鏡3と対象部位の表面部との相対的距離に応じて、描画される被検体1のモデル像がワイヤフレーム像18から、図9の(B)に示すような3次元ボリュームデータの内部断層像19へ、自動的に切り替える。ここで、内視鏡3の先端と対象部位との相対的距離は上記方法により求められる。例えば、この相対的距離が5mmになった時に、被検体のモデル像をワイヤフレーム像18から、内視鏡の視線方向に応じた3次元ボリュームデータの内部断層像19へ切り替える。この切り替えにより、使用者は、内視鏡3を挿入後は不要になる被検体のワイヤフレーム像18に替わって、挿入後重要になる3次元ボリュームデータの内部断層像19を、切り替え作業を要求されることなく容易に得ることができる。

【0041】このように、内視鏡3が被検体内部に挿入されている時、使用者に対して表示されるナビゲーション情報は、被検体1の3次元ボリュームデータの内部断層像19と患部、注意すべき部位のワイヤフレーム像20である。この状態で、内視鏡3がある設定値以上対象部位へ近付いた時は、ワイヤフレーム像20の描画属性だけでなく、描画される3次元ボリュームデータの内部断層像19の色も変化させる。

【0042】なお、内視鏡3の撮影範囲内に対象部位が存在しない場合は、図9の(C)に示すように、対象となる部位が存在する方向を矢印21を用いて示す。ここで、モデル像が描画範囲内にあるかどうかは、モデル像の描画の際に計算されるモデル像の各点の座標が、表示されるモニタ上の点として存在する座標がどうかを、全ての点について検査することにより判断することができる。

【0043】即ち、図10に示すように、モデル像の座標を表示画面の座標へ変換し(ステップS1)、その変

換された点が表示範囲内の座標値かどうかを判定する（ステップS2）。そして、表示範囲内の点があれば、モデル像を表示する（ステップS3）。これに対して、表示範囲内の点がない場合には、モデル像の代表点の座標を表示画面の座標へ変換すると共に（ステップS4）、内視鏡3の先端の座標を表示画面の座標へと変換して（ステップS5）、モデル像の代表点と内視鏡3の先端の距離と方向を計算する（ステップS6）。即ち、対象部位の代表点のモデルデータ座標系での座標値23を、上記座標変換行列14, 15, 16, 17により液晶モニタ13上の座標値へ変換することにより、内視鏡映像の中心22つまり内視鏡3先端と対象部位との相対的な距離と方向を求めることができる。そして、この距離に比例するように対象部位を示す矢印21の大きさを変化させることで、使用者は、どの程度内視鏡3を動かせば対象部位を内視鏡3の撮影範囲に捉えることができるかを視覚的に理解することができる。

【0044】また、センサ制御部6は、計測不能時に、3次元位置姿勢情報に替わって、計測不能を示すメッセージを出力する。ナビゲーション情報制御部8は、このメッセージを受けた時に、ナビゲーション情報としてのモデル像を消去し、「計測不能状態」という文字情報28と、黄色で太さ60ピクセルの枠29とを生成し、図9の(D)に示すように、液晶モニタ13により使用者へ表示する。この作用により、使用者は、内視鏡3、もしくは被検体1が計測不能な位置にあることを容易に知ることができ、実際の状態にそぐわないナビゲーション情報による誤操作を行う可能性が減少する。

【0045】なお、本実施の形態の各構成は、当然、各種の変形、変更が可能である。

【0046】例えば、ナビゲーション対象とする部位は、上記対象部位に限らず、被検体1の外形形状情報や内部断層像情報より作成される任意の部位とすることができる。また、実際に被検体1が存在せず、仮想の被検体の頭部にセンシングプレートが取り付けられているとして、シミュレーションを行うことも可能である。

【0047】また、3次元位置姿勢計測手段は、磁気センサを用いた方式や、機械的なリンクとジョイントとエンコーダやポテンシオメータを用いた方式など、一般によく知られた3次元位置姿勢計測方式へ置き換えることができる。さらに、被検体が固定的になっている時には、事前に被検体の3次元位置姿勢を計測し、この情報をセンサ情報記憶部に蓄え、被ナビゲーション対象物との相対的3次元位置姿勢の演算に利用することで、システム稼動時は被ナビゲーション対象物の3次元位置姿勢を計測するだけで良くなる。

【0048】また、対象部位の外形情報を表現するワイヤフレームは、ポリゴンなどの3次元コンピュータグラフィックスで用いられる様々な表現方法に置き換えることができる。あるいは、視線方向に対する輪郭線、等距

離線でも良い。

【0049】また、被ナビゲーション対象物である内視鏡3は、複数であっても構わない。さらに、被ナビゲーション対象物としては、処置具などの観察手段を持たない物であっても構わない。

【0050】また、対象部位が観察範囲内にあるかどうかの判断は、上記方法に限定されるものではない。

【0051】さらに、被ナビゲーション対象物と対象部位との相対的距離の算出方法は、距離マップに限らず、被ナビゲーション対象物の代表点と対象部位の代表点との距離を、一般的に知られている3次元空間における点と点の距離の算出方法で求めても良い。

【0052】また、距離による色の変化は、上記の様なある値を境界値とした変化だけではなく、複数の境界値による段階的な変化でも、連続的な変化でも良い。

【0053】同様に、距離による線の太さの変化は、上記の様なある値を境界値とした変化だけではなく、複数の境界値による段階的な変化でも、連続的な変化でも良い。

【0054】また、色を透過色、線の太さを0とすることで、ナビゲーション情報の表示を実質的に行わなくても良い。

【0055】さらに、距離によるモデル像の描画の粗密の変化は、上記の様な複数の粗さの違うデータを用意し、それを切り替える方法ではなく、単一データから連続的に変化させても良い。

【0056】また、対象部位が観察範囲外にある時に表示されるパターンは、矢印21に限らず、三角形、丸、棒などでも良く、距離の大きさは、形状の大きさに表現してもよい。

【0057】さらに、距離による矢印21の大きさの変化は、上記のような連続的な変化だけでなく、ある設定値による段階的な変化でも良い。

【0058】また、対象部位のデータは、単一のデータから実行時に描画の粗さを決定する手段を加えれば、予め解像度別に分けて蓄えておく必要はない。

【0059】さらに、計測不能状態を示すナビゲーション情報は、文字情報28、もしくは枠29の一方でも良い。

【0060】また、ナビゲーション情報の属性である色や線の太さ、モデル像の描画の粗さ、パターンの大きさ、距離による変化の際の境界値、計測不能状態を示すナビゲーション情報の文字情報28の文字列は、使用者が定義できるようにしても良い。

【0061】〔第2の実施の形態〕次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。

【0062】図11はその構成を示す図で、本実施の形態においては、上記第1の実施の形態の構成と以下の点を除いて、同様に構成されている。

【0063】即ち、内視鏡3は、光学系の撮影情報をナ



ナビゲーション情報制御部8へ渡す必要がない。本実施の形態においては、内視鏡3を挿入すべき径路（最小侵襲経路）を表現するベクトル24が、データとして、予めナビゲーション情報記憶部9に蓄えられている。そして、内視鏡3の先端と後端の座標値25が、内視鏡3に固定的に取り付けられたセンシングプレート4で規定される座標系に対して求められており、ナビゲーション情報記憶部9に蓄えられている。

【0064】次に、このような構成における作用を説明する。

【0065】本実施の形態に係るナビゲーション装置の動作中、センサ制御部6は、センシングプレート2、4の各赤外線LEDの3次元位置を計測し、センサ情報記憶部5に蓄えられたLED定義データを用いて、センシングプレート2、4の3次元位置姿勢を算出する。この3次元位置姿勢情報より、被検体1の頭部に取り付けられたセンシングプレート2から内視鏡3に取り付けられたセンシングプレート4への座標変換行列17が算出される。この座標変換行列17と前述の座標変換行列14、15、及び上記座標値25より、対象部位のデータに対する内視鏡3の位置と姿勢が求められる。

【0066】ナビゲーション情報制御部8は、図12に示すように、患部を含む3次元ボリュームデータ11の三切断面像26と、その断面に投影される内視鏡3の正射影像27をナビゲーション情報として生成し、液晶モニタ13にて表示する。例えば、患部の代表点の座標が(260, 180, 280)と表されたとすると、3次元ボリュームデータ11の三切断面像26は $x=260$ のYZ平面、 $y=180$ のZX平面、 $z=280$ のXY平面となる。

【0067】内視鏡3の先端位置を用いて上記距離マップ12を参照することにより、対象部位と内視鏡3の先端との相対的な距離が求められる。

【0068】そして、本実施の形態においては、内視鏡3の正射影像27及び三切断面像26は、対象部位と内視鏡3の先端との相対的な距離に応じて色を連続的に変化させる。また、内視鏡3の正射影像27は、対象部位と内視鏡3の先端との相対的な距離に応じて、図13に示すように、線の太さを連続的に変化させる。これらの変化により、使用者は、内視鏡3の対象部位への接近を容易に把握することができる。

【0069】また、内視鏡3の先端位置と後端位置の座標値25により求められる内視鏡3の姿勢は、挿入すべき径路を表現するベクトル24のデータと比較され、ある設定値（例えば、10度）以上の傾きが存在する場合には、内視鏡3の正射影像27の色と線の太さを変化させる。この変化により、使用者は、現在の内視鏡3の挿入方向が挿入すべき方向として定義された方向からずれたことを、容易に把握することができる。

【0070】なお、本第2の実施の形態の各構成は、当

然、各種の変形、変更が可能である。

【0071】例えば、ナビゲーション対象とする部位は上記対象部位に限らず、被検体の外形形状情報、内部断層像情報より作成される任意の部位とすることができる。また、実際に被検体が存在せず、仮想の被検体の頭部にセンシングプレートが取り付けられているとして、シミュレーションを行うことも可能である。

【0072】また、3次元位置姿勢計測手段は、磁気センサを用いた方式や、機械的なリンクとジョイントとエンコーダーやポテンシオメータを用いた方式など、一般によく知られた3次元位置姿勢計測方式へ置き換えることができる。被ナビゲーション対象物との相対的3次元位置姿勢の演算に利用することで、システム稼動時は被ナビゲーション対象物の3次元位置姿勢を計測するだけで良くなる。

【0073】また、被ナビゲーション対象物は複数であっても構わない。さらに、被ナビゲーション対象物としては機械的な形状が計測できるものであれば、内視鏡3に限らず、吸引管やピンセットなど他のものへ置き換えることができる。

【0074】また、内視鏡3先端の座標は機械的な先端に一致している必要はなく、仮想的に先端が長くなっているとしたデータを与えても良い。さらに、機械的な先端位置からの延長量をパラメータとする式で先端座標を与え、使用者により指定された延長量に基づく先端座標を逐次求める形式でも良い。

【0075】また、距離による色の変化は、上記の様な連続的な変化だけではなく、ある値を境界値とした変化でも、複数の境界値による段階的な変化でも良い。

【0076】同様に、距離による線の太さの変化は、上記の様な連続的な変化だけではなく、ある値を境界値とした変化でも、複数の境界値による段階的な変化でも良い。

【0077】また、傾きの大きさの演算方法は、本方法に限定されるものではない。

【0078】さらに、ナビゲーション情報の属性である色や線の太さ、距離による変化の際の境界値を、使用者が定義できるようにしても良い。

【0079】また、被ナビゲーション対象物は、顕微鏡であっても良い。この場合、顕微鏡の焦点距離を顕微鏡本体から取得し、これを本実施の形態中の内視鏡3先端の座標とすることにより、焦点位置をナビゲーション対象の点とすることができる。

【0080】以上実施の形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能である。ここで、本発明の要旨をまとめると以下のようになる。

【0081】(1) 対象物を目標へナビゲートする情報を生成するナビゲーション装置であり、上記目標と上



記対象物の3次元位置姿勢を計測する3次元位置姿勢計測手段と、上記3次元位置姿勢計測手段の計測結果に基づいて、ナビゲーションに必要な情報を生成する情報生成手段と、上記情報生成手段で生成した情報を表示する表示手段と、を具備し、上記表示手段は、上記対象物と上記目標の距離情報、上記対象物から上記目標へ方向情報、上記対象物又は上記目標が上記3次元位置姿勢計測手段の計測範囲内に位置するかの情報のうち少なくとも一つの情報に応じて、複数の表示形態より選択された表示形態でナビゲーション情報を表示することを特徴とするナビゲーション装置。

【0082】この(1)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1及び第2の実施の形態が対応する。即ち、上記第1及び第2の実施の形態では、上記目標は、被検体1、手術対象となる患部、手術において注意すべき部位が該当するが、実体が存在する被検体に限らず、予め取得した実在の目標物の画像情報から再構成された2次元、又は3次元のモデル像として表示される仮想の目標物も含む。また、上記被ナビゲーション対象物は、内視鏡3が該当するが、目標物に対して観察や操作を行うための吸引管やピンセット等の処置具なども含む。上記3次元位置姿勢計測手段は、赤外線LEDを用いたセンサ(センシングプレート2、4、センサアセンブリ7、センサ情報記憶部5、センサ制御部6)が該当するが、磁気センサを用いた方式や、機械的なリンクとジョイントとエンコーダやポテンシオメータを用いた方式など、一般によく知られた3次元位置姿勢計測方式も含む。上記情報生成手段は、ナビゲーション情報記憶部9とナビゲーション情報制御部8が該当する。上記表示手段は、液晶モニタ13が該当するが、CRTディスプレイやヘッドマウントディスプレイなどの映像情報表示装置も含む。なお、「複数の表示形態」という用語は、本明細書では、ナビゲーション情報を表示する際の色、線の太さ、描画される大きさ、及び描画の疎密を意味している。

【0083】この(1)に記載の構成によれば、目標と対象物は3次元位置姿勢計測手段により、3次元空間上の相対的な位置と姿勢を計測される。情報生成手段では、この3次元位置姿勢計測手段の計測結果に基づいて、ナビゲーションに必要な情報を生成する。表示手段では、この情報生成手段で生成したナビゲーション情報として、上記対象物と上記目標の距離情報、上記対象物から上記目標へ方向情報、上記対象物又は上記目標が上記3次元位置姿勢計測手段の計測範囲内に位置するかの情報のうち少なくとも一つの情報に応じて、複数の表示形態より選択された表示形態でナビゲーション情報を表示する。この結果、使用者は、目標と対象物との距離、対象物から目標へ方向、対象物又は目標が上記3次元位置姿勢計測手段の計測範囲内に位置するかを、容易に把握することができる。

【0084】(2) 上記表示手段は、上記3次元位置計測手段により上記目標及び上記対象物が計測可能な場合は、上記目標又は上記対象物の外形形状情報、上記目標物の内部断層情報、上記目標または上記対象物の方向、上記目標物への距離情報のうち、少なくとも一つを表示し、それ以外の場合は、計測不能であることを示す情報を表示することを特徴とする上記(1)に記載のナビゲーション装置。

【0085】この(2)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1及び第2の実施の形態が対応する。即ち、上記外形形状情報は、第1の実施の形態ではワイヤフレーム3次元モデルデータ10が該当するが、外形形状を表現できるモデルデータであれば一般的な3次元コンピュータグラフィックスで用いられるデータ構造も含む。また、第2の実施の形態では、内視鏡3の正射影像27を表現する線が該当するが、外形形状を表現できるものであれば一般的な3次元コンピュータグラフィックスで用いられる表現方法も含む。上記内部断層情報は、第1及び第2の実施の形態では、対象部位の3次元ボリュームデータ11が該当するが、2次元ピクセルデータが複数存在する形態も含む。上記対象物の方向は、第1の実施の形態では矢印21が該当するが、三角形や丸等の2次元幾何学図形や円錐等の3次元幾何学図形や画像データ等視覚的に確認できるものを含む。上記目標物への距離情報は、第1の実施の形態では患部への距離を示す数字31が該当するが、任意の目標物への距離を示す数字を含む。あるいは、これは、第1の実施の形態では患部への距離を示す棒30が該当するが、三角形や丸等の2次元幾何学図形や円柱等の3次元幾何学図形や画像データ等視覚的に確認できるものを含む。

【0086】また、上記計測不能であることを示す情報は、第1の実施の形態では「計測不能状態」という文字情報28が該当するが、これは計測不能な状態を表現する任意の文字情報を含む。あるいは、これは、第1の実施の形態では黄色で太さ60ピクセルの棒29が該当するが、計測不能を示すことを定義された任意の記号的パターンを含む。

【0087】(3) 上記対象物は撮像手段を具備し、上記表示手段は、上記撮像手段で撮像した画像と上記ナビゲーション情報を重畳して表示可能であることを特徴とする上記(1)に記載のナビゲーション装置。

【0088】この(3)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1の実施の形態が対応する。即ち、上記撮像手段を有する対象物は、第1の実施の形態では内視鏡3が該当するが、顕微鏡なども含む。また、上記表示手段は、第1の実施の形態では液晶モニタ13が該当するが、CRTディスプレイやヘッドマウントディスプレイなどの映像情報表示装置も含む。

【0089】この(3)に記載の構成によれば、上記(1)に記載の対象物が撮像手段を有しており、この撮

像手段から得られる画像と上記(1)に記載の情報生成手段より得られるナビゲーション情報を重畳して表示する。即ち、表示手段上で、実際の画像とナビゲーション情報を同一の空間上の情報として得られることにより、使用者は、まだ見えぬ実体の位置や形状や状態をナビゲーション情報から容易に把握することができる。

【0090】(4) 上記目標と上記対象物の距離又は方向に応じて、上記ナビゲーション情報の表示色を異ならせることを特徴とする上記(1)乃至(3)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0091】この(4)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1及び第2の実施の形態が対応する。即ち、上記ナビゲーション情報の表示色は、第1の実施の形態ではモニタ上に描画される対象部位のワイヤフレーム像18、及び内部断層像19が該当するが、第1の実施の形態での矢印21も含む。また、第2の実施の形態では、モニタ上に描画される対象部位の三切断面像26や内視鏡3の正射影像27が該当する。

【0092】この(4)に記載の構成によれば、上記3次元位置姿勢計測手段により計測された上記目標と上記対象物の相対的な距離に応じてナビゲーション情報の色が変わることにより、使用者は、相対的な距離が近付き過ぎたことなどを視覚的に容易に把握することができる。また、相対的な方向に応じてナビゲーション情報の色を変化させることにより、使用者は、相対的な方向がずれていることなどを視覚的に容易に把握することができる。あるいは、相対的な距離と方向を同時に評価して色を変化させることで、使用者は、相対的な距離と方向の状態を視覚的に容易に把握することができる。

【0093】(5) 上記目標と上記対象物の距離又は方向に応じて、上記ナビゲーション情報の表示において線の太さを異ならせることを特徴とする上記(1)乃至(3)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0094】この(5)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1及び第2の実施の形態が対応する。即ち、上記ナビゲーション情報の線の太さは、第1の実施の形態ではモニタ上に描画される対象部位のワイヤフレーム像18が該当するが、第1の実施の形態での矢印21も含む。第2の実施の形態では、モニタ上に描画される内視鏡3の正射影像27が該当する。

【0095】この(5)に記載の構成によれば、上記3次元位置姿勢計測手段により計測された上記目標と上記対象物の相対的な距離に応じてナビゲーション情報の線の太さが変化することにより、使用者は、相対的な距離が近付き過ぎたことなどを視覚的に容易に把握することができる。また、相対的な方向に応じてナビゲーション情報の線の太さを変化させることにより、使用者は、相対的な方向がずれていることなどを視覚的に容易に把握することができる。あるいは、相対的な距離と方向を同時に評価して線の太さを変化させることで、使用者は、

相対的な距離と方向の状態を視覚的に容易に把握することができる。

【0096】(6) 上記目標と上記対象物の距離に応じて、上記表示手段に上記目標の外形形状モデルと上記目標の内部断層画像を択一的に表示することを特徴とする上記(1)乃至(3)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0097】この(6)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1の実施の形態が対応する。即ち、上記外形形状モデルは、第1の実施の形態ではワイヤフレーム像18が該当するが、ポリゴンなどの3次元コンピュータグラフィックスで用いられる様々な表現方法や視線方向に対する輪郭線、等距離線も含む。また、上記内部断層像は、第1の実施の形態では内部断層像19が該当する。

【0098】この(6)に記載の構成によれば、上記3次元位置姿勢計測手段により計測された上記目標と上記対象物の相対的な距離に応じて目標の外形形状モデルと内部断層像とが切り替わることにより、使用者は、対象物が目標の近くに位置していることを容易に把握することができる。また、設定された距離の内部と外部という異なる状態に応じた情報を容易に得ることができる。

【0099】(7) 上記目標と上記対象物の距離に応じて、上記表示手段に目標モデル画像を描写の粗さを違えて表示することを特徴とする上記(1)乃至(3)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0100】この(7)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1の実施の形態が対応する。即ち、上記目標モデル画像は、第1の実施の形態ではワイヤフレーム像18が該当するが、ポリゴンなどの3次元コンピュータグラフィックスで用いられる様々な表現方法や視線方向に対する輪郭線、等距離線も含む。

【0101】この(7)に記載の構成によれば、目標モデル画像の描画の疎密が、目標と対象物の相対的な距離に応じて、例えば遠くにある時には粗く、近くにある時には細かく変化することにより、目標モデル画像描画の負荷と表示する情報量とのバランスをとることができる。このことにより、使用者は、適当な描画速度で適当な情報量を距離に応じて得ることができる。

【0102】(8) 上記目標と上記対象物の距離に応じて、上記表示手段に、上記目標を表す画像と上記目標の方向情報を択一的に表示することを特徴とする上記(1)乃至(3)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0103】この(8)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1の実施の形態が対応する。即ち、上記目標を表す画像は、第1の実施の形態ではワイヤフレーム像18が該当するが、ポリゴンなどの3次元コンピュータグラフィックスで用いられる様々な表現方法や視線方向に対する輪郭線、等距離線や内部断層像情報も含む。



また、上記目標の方向情報は、第1の実施の形態では矢印21が該当するが、三角形や丸等の2次元幾何学図形や円錐等の3次元幾何学図形や画像データ等視覚的に確認できるものを含む。

【0104】この(8)に記載の構成によれば、目標と対象物との相対的な距離と方向から、上記表示手段の表示領域に対する位置関係を上記情報生成手段にて算出し、例えば表示領域に目標を表す画像が描画されない場合は目標の方向情報へ切り替えることで、使用者は、目標や対象物の位置や方向を見失うことなく把握することができる。

【0105】(9) 上記目標と上記対象物の距離に応じて、上記表示手段に、上記目標の方向情報を少なくとも大きさ・形状の何れかが異なる記号で表示することを特徴とする上記(1)乃至(3)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0106】この(9)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1の実施の形態が対応する。即ち、上記記号は、第1の実施の形態では矢印21が該当するが、三角形や丸等の2次元幾何学図形や円錐等の3次元幾何学図形や画像データ等視覚的に確認できるものを含む。

【0107】この(9)に記載の構成によれば、記号の大きさ又は形状で上記目標と上記対象物の相対的な距離を表現することにより、使用者は、方向だけでなく距離も視覚的に容易に把握することができる。

【0108】(10) ナビゲーションの目標物と、上記目標物に対してナビゲーションされる被ナビゲーション対象物と、上記目標物及び／又は上記被ナビゲーション対象物の3次元位置姿勢を計測する3次元位置姿勢計測手段と、上記3次元位置姿勢計測手段により計測される計測情報に基づいて、ナビゲーション情報を生成制御する情報算出手段と、上記情報算出手段により生成制御されたナビゲーション情報を表示する情報表示手段と、から構成されるナビゲーション装置において、上記情報算出手段は、上記3次元位置姿勢計測手段により計測された上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離及び／又は方向、及び／又は計測の可否に応じて、ナビゲーション情報の属性又は種類を、計測結果の視覚的表現となるように変化させることを特徴とするナビゲーション装置。

【0109】この(10)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1及び第2の実施の形態が対応する。即ち、上記第1及び第2の実施の形態では、上記目標物は、被検体1、手術対象となる患部、手術において注意すべき部位が該当するが、実体が存在する被検体に限らず、予め取得した実在の目標物の画像情報から再構成された2次元、又は3次元のモデル像として表示される仮想の目標物も含む。また、上記被ナビゲーション対象物は、内視鏡3が該当するが、目標物に対して観察や操作を行うための吸引管やピンセット等の処置具なども含

む。上記3次元位置姿勢計測手段は、赤外線LEDを用いたセンサ(センシングプレート2、4、センサアセンブリ7、センサ情報記憶部5、センサ制御部6)が該当するが、磁気センサを用いた方式や、機械的なリンクとジョイントとエンコーダやポテンシオメータを用いた方式など、一般によく知られた3次元位置姿勢計測方式も含む。上記情報算出手段は、ナビゲーション情報記憶部9とナビゲーション情報制御部8が該当する。上記情報表示手段は、液晶モニタ13が該当するが、CRTディスプレイやヘッドマウントディスプレイなどの映像情報表示装置も含む。なお、「ナビゲーション情報の属性」という用語は、本明細書では、ナビゲーション情報を表示する際の色、線の太さ、描画される大きさ、及び描画の疎密を意味している。

【0110】この(10)に記載の構成によれば、目標物と被ナビゲーション対象物は3次元位置姿勢計測手段により、3次元空間上の相対的な位置と姿勢を計測される。情報算出手段では、この3次元位置姿勢計測手段により計測された目標物及び／又は被ナビゲーション対象物の3次元位置姿勢情報、及び／又は計測の可否を、目標物と被ナビゲーション対象物の相対的な距離及び／又は方向の情報、及び／又は計測状態の情報として、ナビゲーション情報の生成制御を行う。情報表示手段では、この情報算出手段で生成制御されたナビゲーション情報を表示する。この結果、使用者は、容易に目標物と被ナビゲーション対象物との位置関係、及び／又は相対的な姿勢の状態、及び／又は計測の可否状態を把握することができる。

【0111】(11) 上記ナビゲーション情報は、上記3次元位置姿勢計測手段が正常に計測可能な時には、上記目標物及び／又は被ナビゲーション対象物の外形形状のモデル像、上記目標物の内部断層像情報のモデル像、上記目標物及び／又は被ナビゲーション対象物が存在する方向を示す記号的パターン、上記目標物への距離を表す数値、及び／又は記号的パターンの何れか一つ以上を含むもの、上記3次元位置姿勢計測手段が計測不能な時には、計測不能を示す文字情報及び／又は記号的パターンであることを特徴とする上記(10)に記載のナビゲーション装置。

【0112】この(11)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1及び第2の実施の形態が対応する。即ち、上記外形形状のモデル像は、第1の実施の形態ではワイヤフレーム3次元モデルデータ10が該当するが、外形形状を表現できるモデルデータであれば一般的な3次元コンピュータグラフィックスで用いられるデータ構造も含む。また、第2の実施の形態では、内視鏡3の正射影像27を表現する線が該当するが、外形形状を表現できるものであれば一般的な3次元コンピュータグラフィックスで用いられる表現方法も含む。上記内部断層像情報のモデル像は、第1及び第2の実施の形態では、対

象部位の3次元ボリュームデータ11が該当するが、2次元ピクセルデータが複数存在する形態も含む。上記被ナビゲーション対象物が存在する方向を示す記号的パターンは、第1の実施の形態では矢印21が該当するが、三角形や丸等の2次元幾何学図形や円錐等の3次元幾何学図形や画像データ等視覚的に確認できるものを含む。上記目標物への距離を表す数値は、第1の実施の形態では患部への距離を示す数字31が該当するが、任意の目標物への距離を示す数字を含む。上記目標物への距離を表す記号的パターンは、第1の実施の形態では患部への距離を示す棒30が該当するが、三角形や丸等の2次元幾何学図形や円柱等の3次元幾何学図形や画像データ等視覚的に確認できるものを含む。上記計測不能を示す文字情報は、第1の実施の形態では「計測不能状態」という文字情報28が該当するが、これは計測不能な状態を表現する任意の文字情報を含む。上記計測不能を示す記号的パターンは、第1の実施の形態では黄色で太さ60ピクセルの棒29が該当するが、計測不能を示すことを定義された任意の記号的パターンを含む。

【0113】(12) 上記被ナビゲーション対象物が観察機能を有し、情報表示手段において観察機能を有する被ナビゲーション対象物より得られる観察像と上記情報算出手段より得られるナビゲーション情報を、上記情報算出手段にて重畳表示することを特徴とする上記(10)に記載のナビゲーション装置。

【0114】この(12)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1の実施の形態が対応する。即ち、上記観察機能を有する被ナビゲーション対象物は、第1の実施の形態では内視鏡3が該当するが、顕微鏡なども含む。また、上記情報表示手段は、第1の実施の形態では液晶モニタ13が該当するが、CRTディスプレイやヘッドマウントディスプレイなどの映像情報表示装置も含む。

【0115】この(12)に記載の構成によれば、上記(10)に記載の被ナビゲーション対象物が観察機能を有しており、この観察機能から得られる観察像と上記(10)に記載の情報算出手段より得られるナビゲーション情報を重畳する。情報表示手段上で、実際の映像情報とナビゲーション情報を同一の空間上の情報として得られることにより、使用者は、まだ見えぬ実体の位置や形状や状態をナビゲーション情報から容易に把握することができる。

【0116】(13) 上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離及び／又は方向に応じて、ナビゲーション情報の色を変化させることを特徴とする上記(10)乃至(12)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0117】この(13)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1及び第2の実施の形態が対応する。即ち、上記ナビゲーション情報の色は、第1の実施の形態

ではモニタ上に描画される対象部位のワイヤフレーム像18、及び内部断層像19が該当するが、第1の実施の形態での矢印21も含む。また、第2の実施の形態では、モニタ上に描画される対象部位の三切断面像26や内視鏡3の正射影像27が該当する。

【0118】この(13)に記載の構成によれば、上記3次元位置姿勢計測手段により計測された上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離に応じてナビゲーション情報の色が変化することにより、使用者は、相対的な距離が近付き過ぎたことなどを視覚的に容易に把握することができる。また、相対的な方向に応じてナビゲーション情報の色を変化させることにより、使用者は、相対的な方向がずれていることなどを視覚的に容易に把握することができる。あるいは、相対的な距離と方向を同時に評価して色を変化させることで、使用者は、相対的な距離と方向の状態を視覚的に容易に把握することができる。

【0119】(14) 上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離及び／又は方向に応じて、ナビゲーション情報の線の太さを変化させることを特徴とする上記(10)乃至(12)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0120】この(14)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1及び第2の実施の形態が対応する。即ち、上記ナビゲーション情報の線の太さは、第1の実施の形態ではモニタ上に描画される対象部位のワイヤフレーム像18が該当するが、第1の実施の形態での矢印21も含む。第2の実施の形態では、モニタ上に描画される内視鏡3の正射影像27が該当する。

【0121】この(14)に記載の構成によれば、上記3次元位置姿勢計測手段により計測された上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離に応じてナビゲーション情報の線の太さが変化することにより、使用者は、相対的な距離が近付き過ぎたことなどを視覚的に容易に把握することができる。また、相対的な方向に応じてナビゲーション情報の線の太さを変化させることにより、使用者は、相対的な方向がずれていることなどを視覚的に容易に把握することができる。あるいは、相対的な距離と方向を同時に評価して線の太さを変化させることで、使用者は、相対的な距離と方向の状態を視覚的に容易に把握することができる。

【0122】(15) 上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離に応じて、目標物のモデル像が外形形状と内部断層像情報とに切り替わることを特徴とする上記(10)乃至(12)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0123】この(15)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1の実施の形態が対応する。即ち、上記外形形状のモデル像は、第1の実施の形態ではワイヤフレーム像18が該当するが、ポリゴンなどの3次元コン



ピュータグラフィックスで用いられる様々な表現方法や視線方向に対する輪郭線、等距離線も含む。また、上記内部断層像情報は、第1の実施の形態では内部断層像19が該当する。

【0124】この(15)に記載の構成によれば、上記3次元位置姿勢計測手段により計測された上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離に応じて外形形状のモデル像と内部断層像情報が切り替わることにより、使用者は、被ナビゲーション対象物が目標物の近くに位置していることを容易に把握することができる。また、設定された距離の内部と外部という異なる状態に応じた情報を容易に得ることができる。

【0125】(16) 上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離に応じて、表示されるモデル像描画の粗密を変化させることを特徴とする上記(10)乃至(12)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0126】この(16)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1の実施の形態が対応する。即ち、上記モデル像は、第1の実施の形態ではワイヤフレーム像18が該当するが、ポリゴンなどの3次元コンピュータグラフィックスで用いられる様々な表現方法や視線方向に対する輪郭線、等距離線も含む。

【0127】この(16)に記載の構成によれば、モデル像の描画の疎密が、目標物と被ナビゲーション対象物の相対的な距離に応じて、例えば遠くにある時には粗く、近くにある時には細かく変化することにより、モデル像描画の負荷と表示する情報量とのバランスをとることができる。このことにより、使用者は、適当な描画速度で適当な情報量を距離に応じて得ることができる。

【0128】(17) 上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離と方向に応じて、目標物及び／又は被ナビゲーション対象物のモデル像と、目標物及び／又は被ナビゲーション対象物が存在する方向の記号的パターンとを切り換えることを特徴とする上記(10)乃至(12)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0129】この(17)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1の実施の形態が対応する。即ち、上記モデル像は、第1の実施の形態ではワイヤフレーム像18が該当するが、ポリゴンなどの3次元コンピュータグラフィックスで用いられる様々な表現方法や視線方向に対する輪郭線、等距離線や内部断層像情報も含む。また、上記記号的パターンは、第1の実施の形態では矢印21が該当するが、三角形や丸等の2次元幾何学図形や円錐等の3次元幾何学図形や画像データ等視覚的に確認できるものを含む。

【0130】この(17)に記載の構成によれば、目標物と被ナビゲーション対象物との相対的な距離と方向から、上記情報表示手段の表示領域に対する位置関係を上

記情報算出手段にて算出し、例えば表示領域にモデル像が描画されない場合は記号的パターンへ切り替えることで、使用者は、目標物や被ナビゲーション対象物の位置や方向を見失うことなく把握することができる。

【0131】(18) 上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離に応じて、目標物が存在する方向を示す記号的パターンの大きさを変化させることを特徴とする上記(10)乃至(12)の何れかに記載のナビゲーション装置。

【0132】この(18)に記載の構成に関する実施の形態は、上記第1の実施の形態が対応する。即ち、上記記号的パターンは、第1の実施の形態では矢印21が該当するが、三角形や丸等の2次元幾何学図形や円錐等の3次元幾何学図形や画像データ等視覚的に確認できるものを含む。

【0133】この(18)に記載の構成によれば、パターンの大きさで上記目標物と上記被ナビゲーション対象物の相対的な距離を表現することにより、使用者は、方向だけでなく距離も視覚的に容易に把握することができる。

【0134】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、表示するナビゲーション情報を、目標物と被ナビゲーション対象物との相対的な3次元的位置姿勢に応じて変化させることにより、目標物と被ナビゲーション対象物との距離を視覚的に把握しやすくすること、及び必要な種類のナビゲーション情報を使用者が容易に入手できるナビゲーション装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るナビゲーション装置の構成を示す図である。

【図2】距離マップを説明するための図である。

【図3】距離マップを説明するための図である。

【図4】被検体のデータと被検体自身の関係を示す図である。

【図5】被検体のデータと被検体自身を関連付ける座標変換行列を説明するための図である。

【図6】内視鏡に取り付けられたセンシングプレートで規定される座標系から内視鏡の光学系を表現するカメラモデルで使用される座標系への座標変換行列と、カメラモデル座標系から実際の液晶モニタ上の座標系への座標変換行列とを説明するための図である。

【図7】被検体の頭部に取り付けられたセンシングプレートから内視鏡に取り付けられたセンシングプレートへの座標変換行列を説明するための図である。

【図8】対象部位のデータの液晶モニタ上での位置データへの複数の座標変換行列を用いた変換を説明するための図である。

【図9】(A)乃至(D)はそれぞれ液晶モニタの表示例を示す図で、特に、(A)は内視鏡の光学系からの映

像とナビゲーション情報としてのワイヤフレーム像とを重畳した表示、(B)は内視鏡の光学系からの映像とナビゲーション情報としての3次元ボリュームデータの内部断層像とを重畳した表示、(C)は内視鏡の撮影範囲内に対象部位が存在しない場合の表示、(D)は計測不能時の表示、をそれぞれ示している。

【図10】図9の(C)のような表示を行うための動作フローチャートである。

【図１１】本発明の第２の実施の形態に係るナビゲーション装置の構成を示す図である。

【図12】第2の実施の形態における表示例と、そのような表示を行うために用いられる座標変換行列とを示す図である。

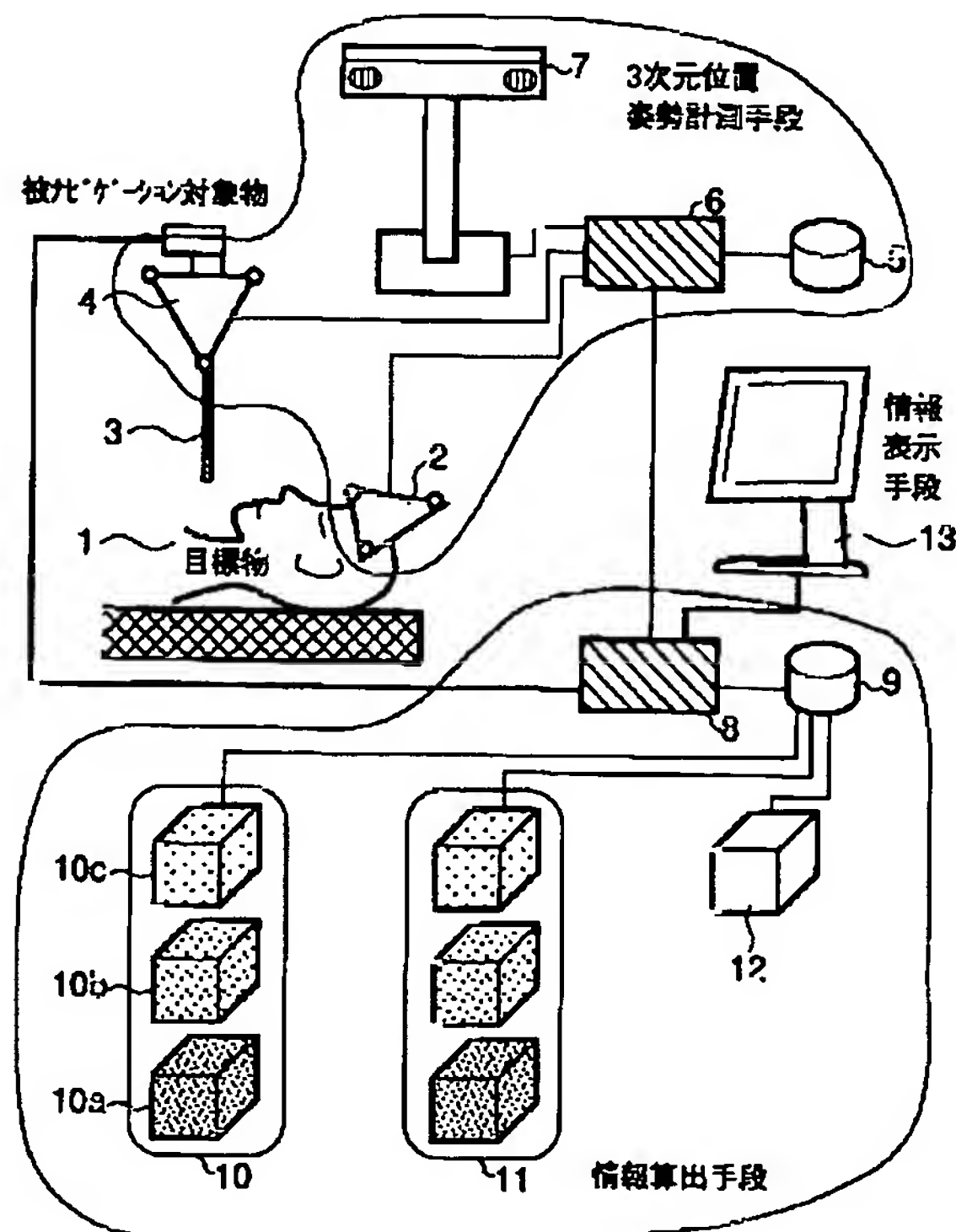
【図13】内視鏡の正射影像の線の太さを、対象部位と内視鏡の先端との相対的な距離に応じて変化させることを説明するための図である。

### 【符号の説明】

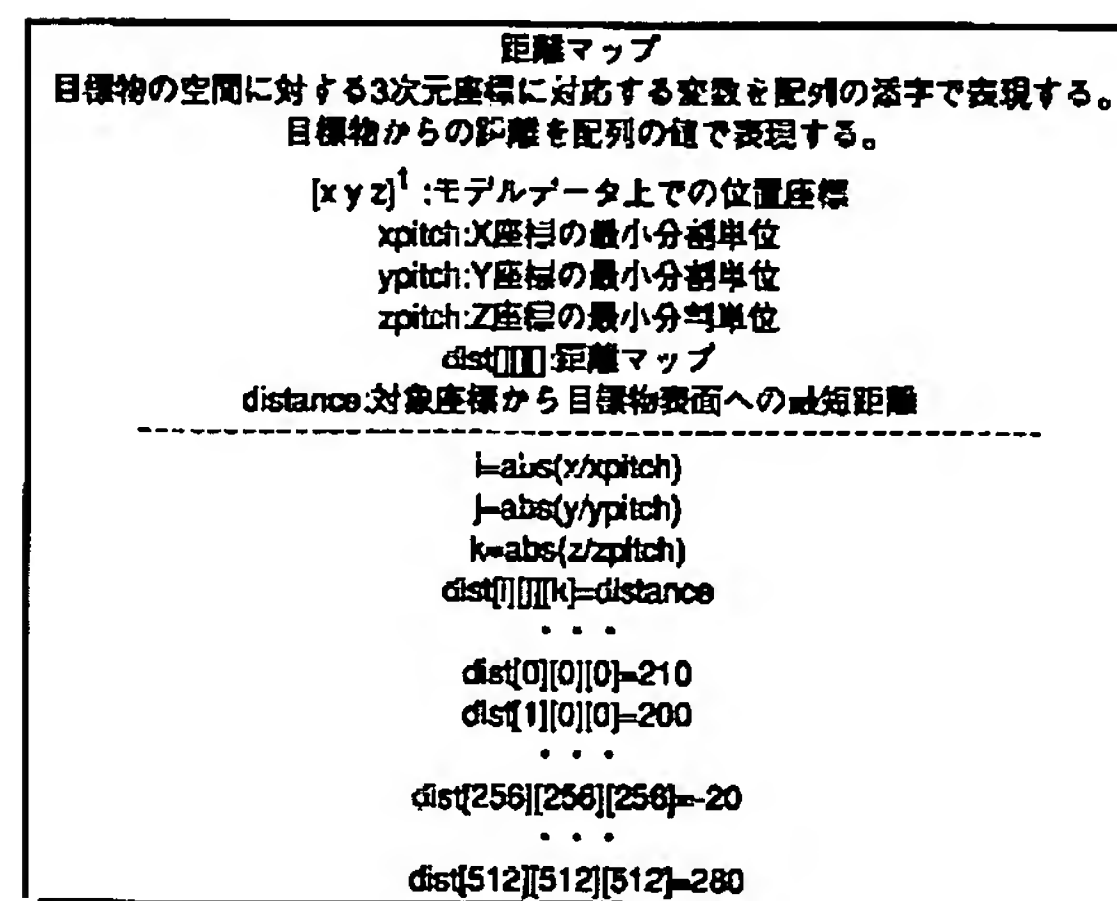
- 1 被検体
- 2, 4 センシングプレート
- 3 内視鏡
- 5 センサ情報記憶部
- 6 センサ制御部
- 7 センサアセンブリ

- 8 ナビゲーション情報制御部
- 9 ナビゲーション情報記憶部
- 10, 10a, 10b, 10c ワイヤフレーム3次元モデルデータ
- 11, 11a, 11b, 11c 3次元ボリュームデータ
- 12 距離マップ
- 13 液晶モニタ
- 14, 15, 16, 17 座標変換行列
- 18, 20 ワイヤフレーム像
- 19 内部断層像
- 21 矢印
- 22 内視鏡映像の中心
- 23 対象部位の代表点のモデルデータ座標系での座標値
- 24 ベクトル
- 25 内視鏡の先端位置と後端位置の座標値
- 26 三切断面像
- 27 内視鏡の正射影像
- 28 文字情報
- 29 黄色で太さ60ピクセルの枠
- 30 患部への距離を示す棒
- 31 患部への距離を示す数字

【図1】

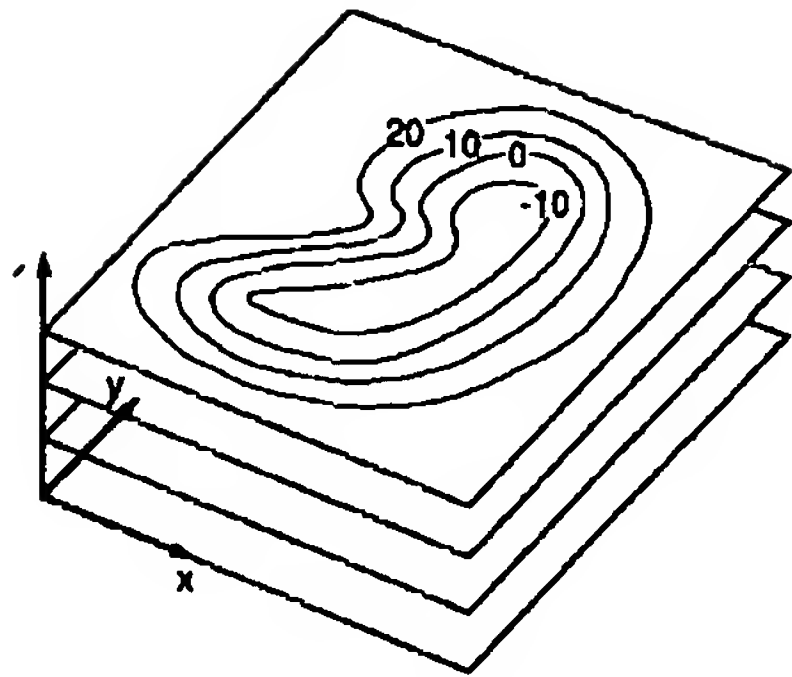


【図2】

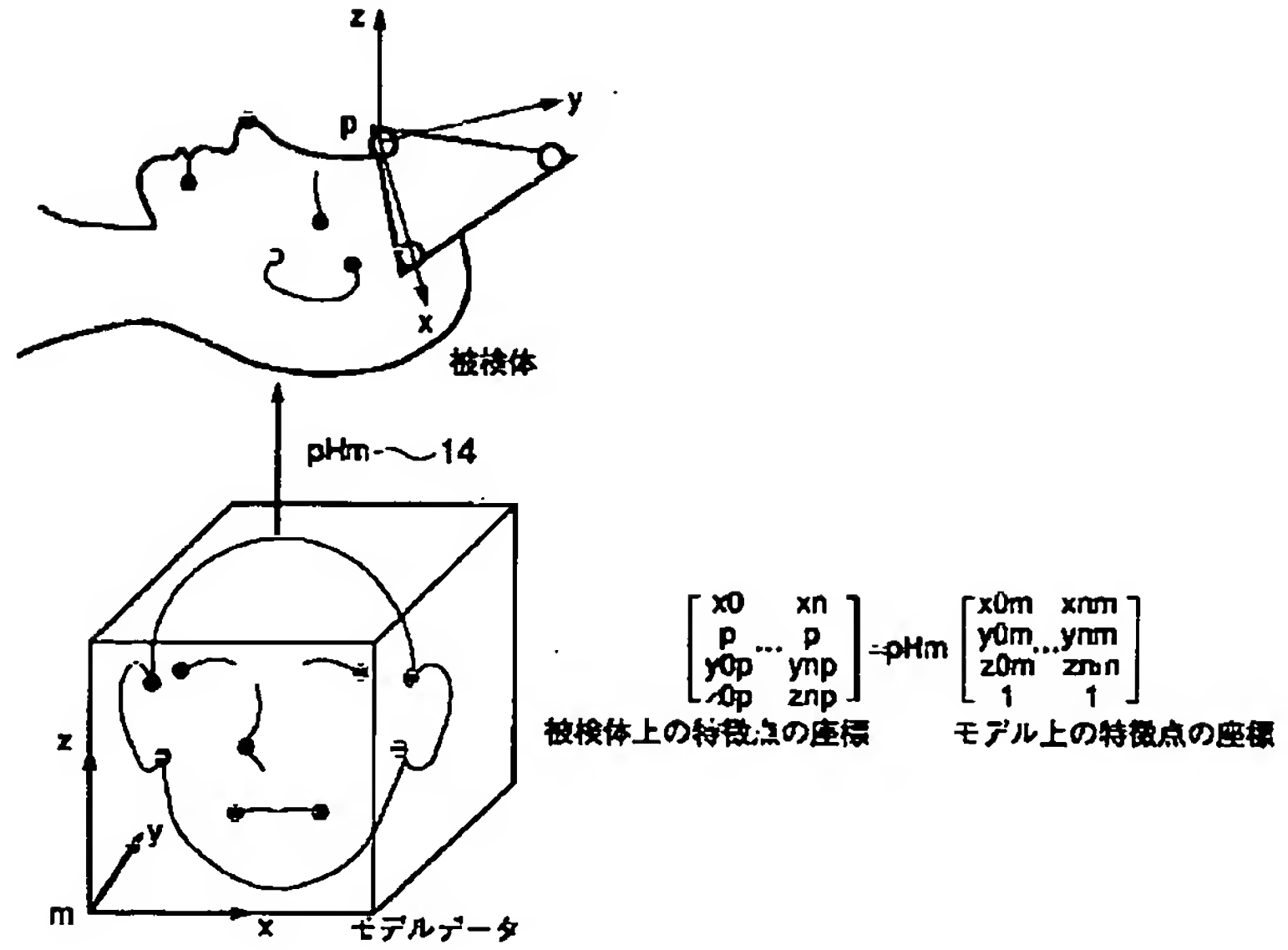




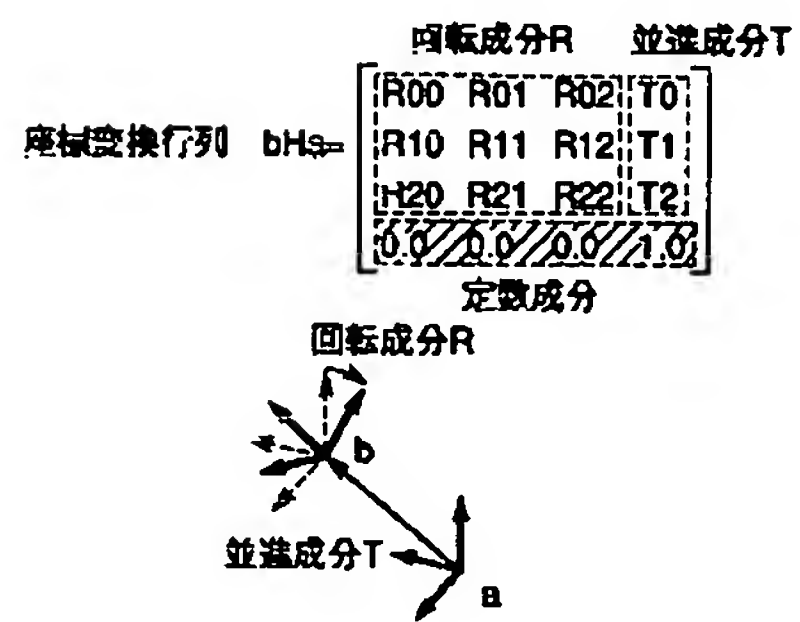
【図3】



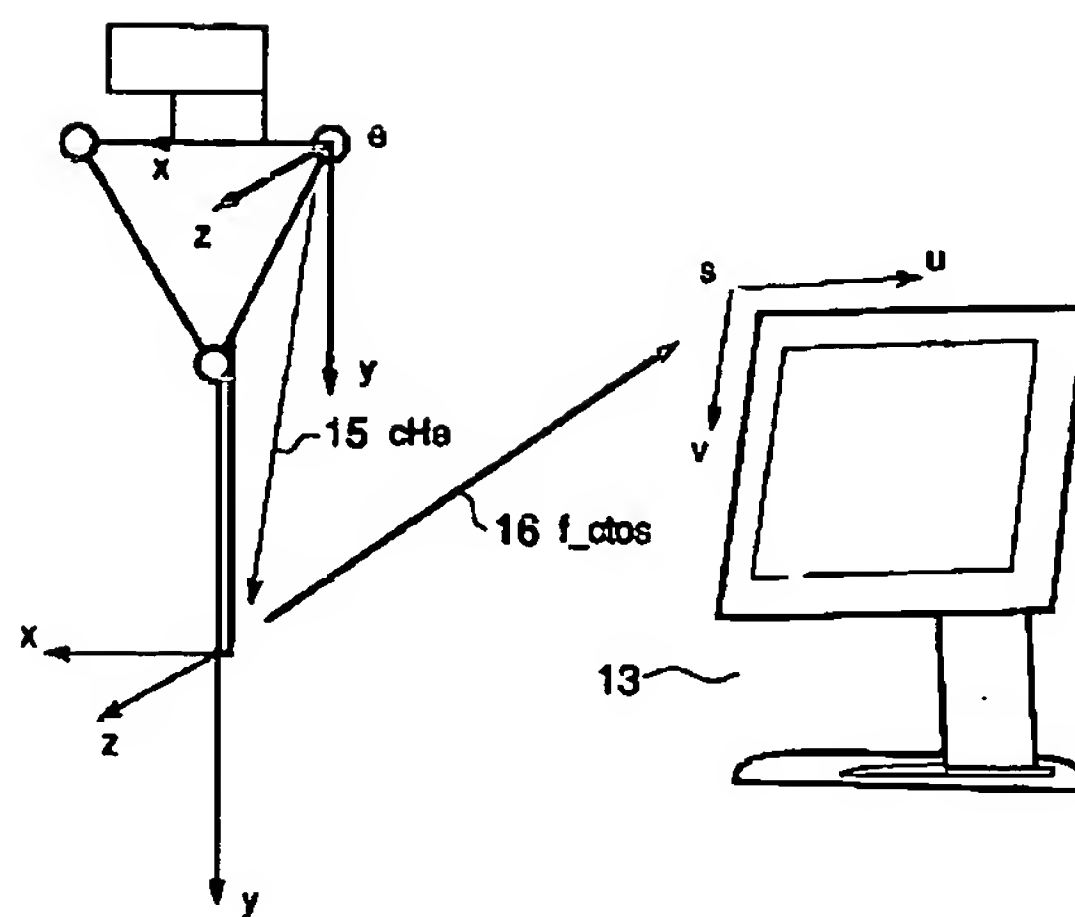
【図4】

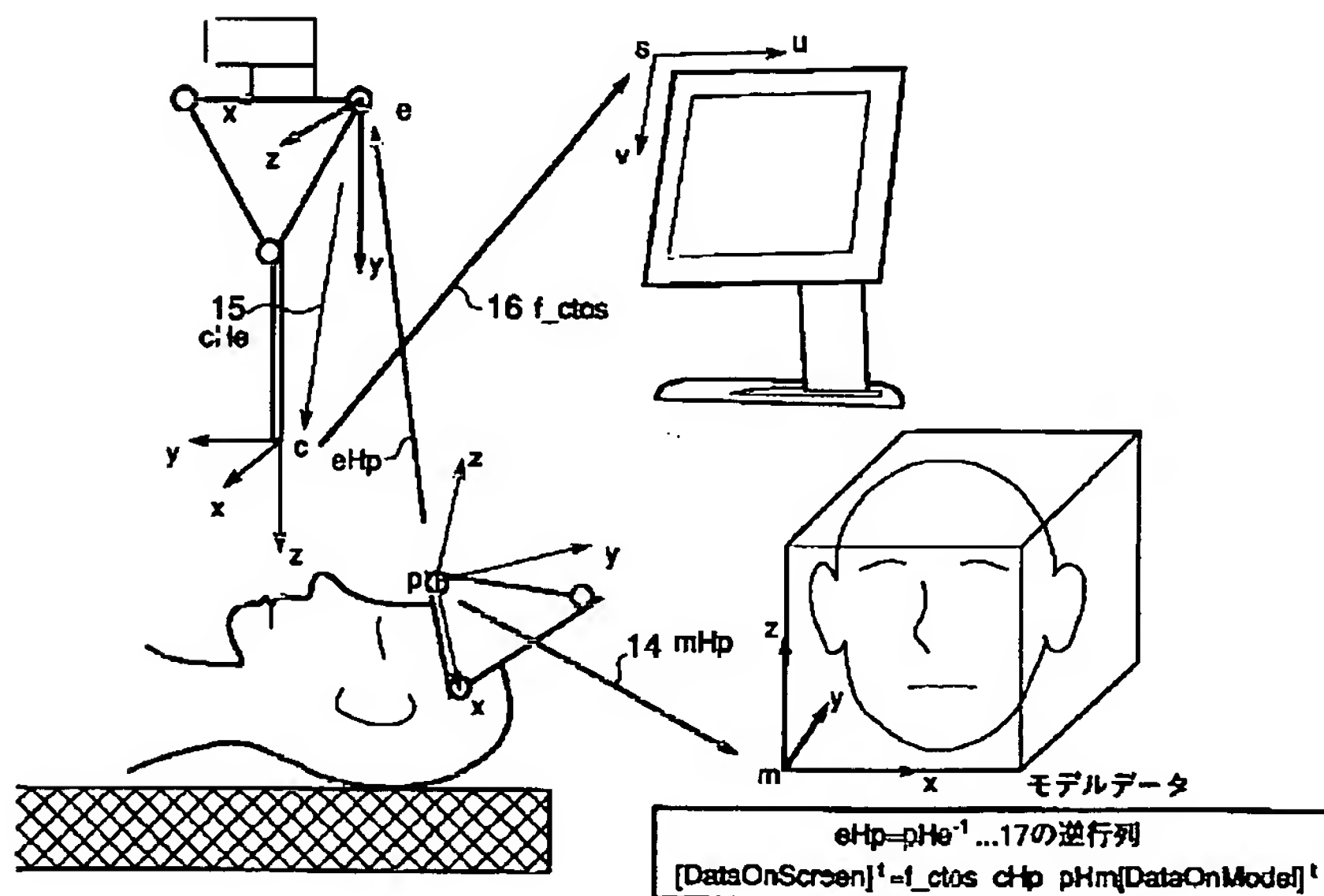


【図5】



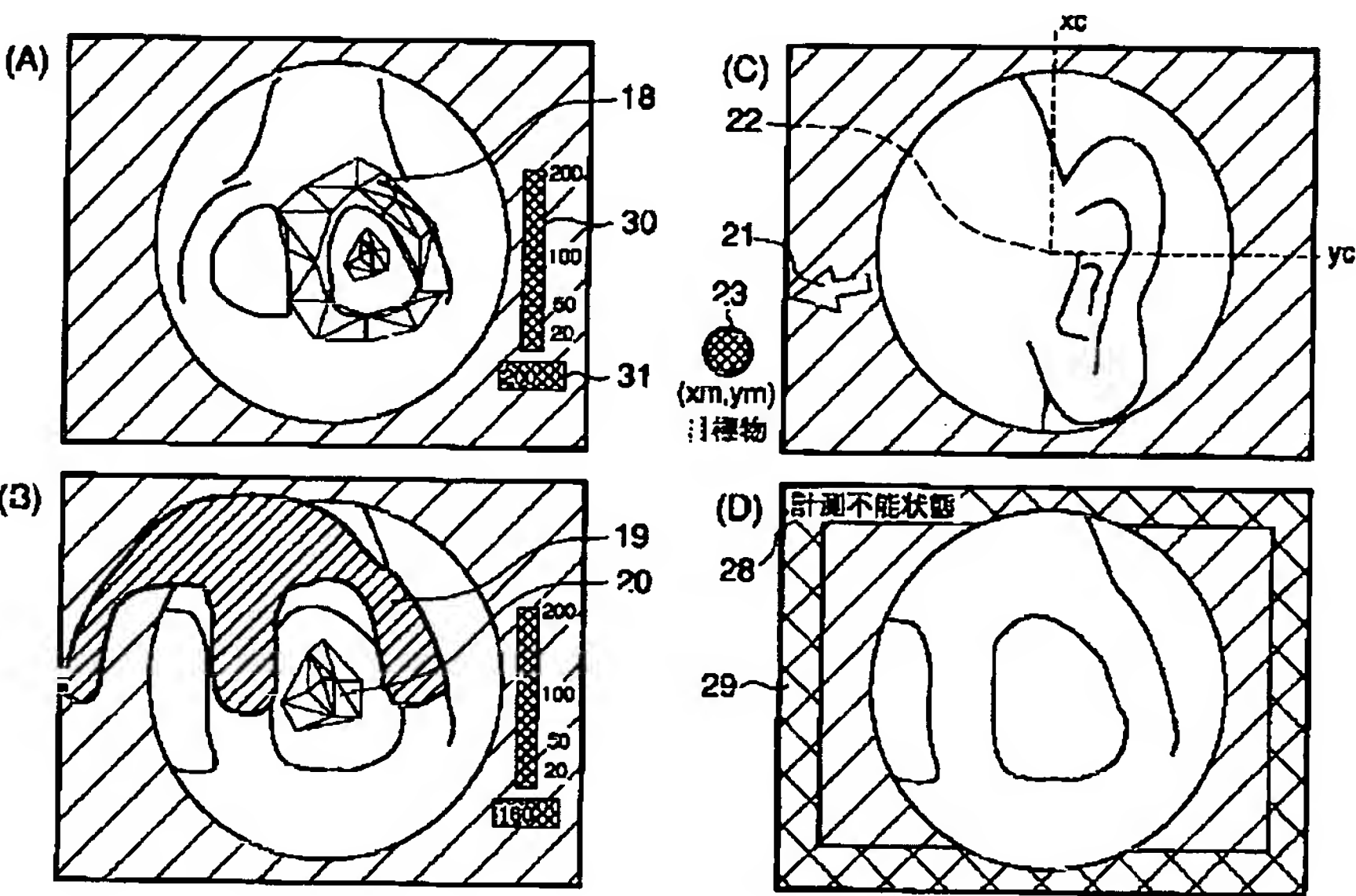
【図6】



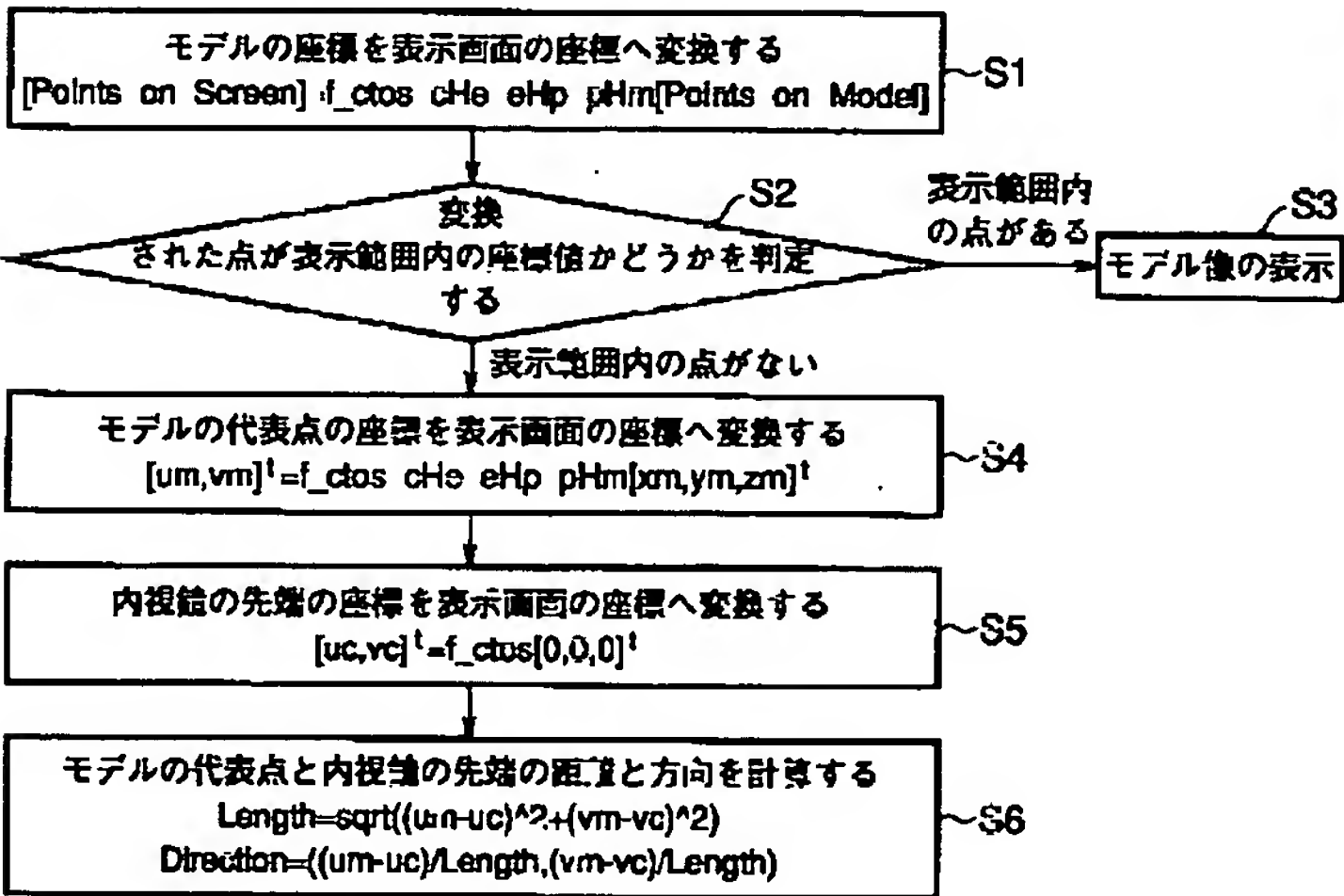




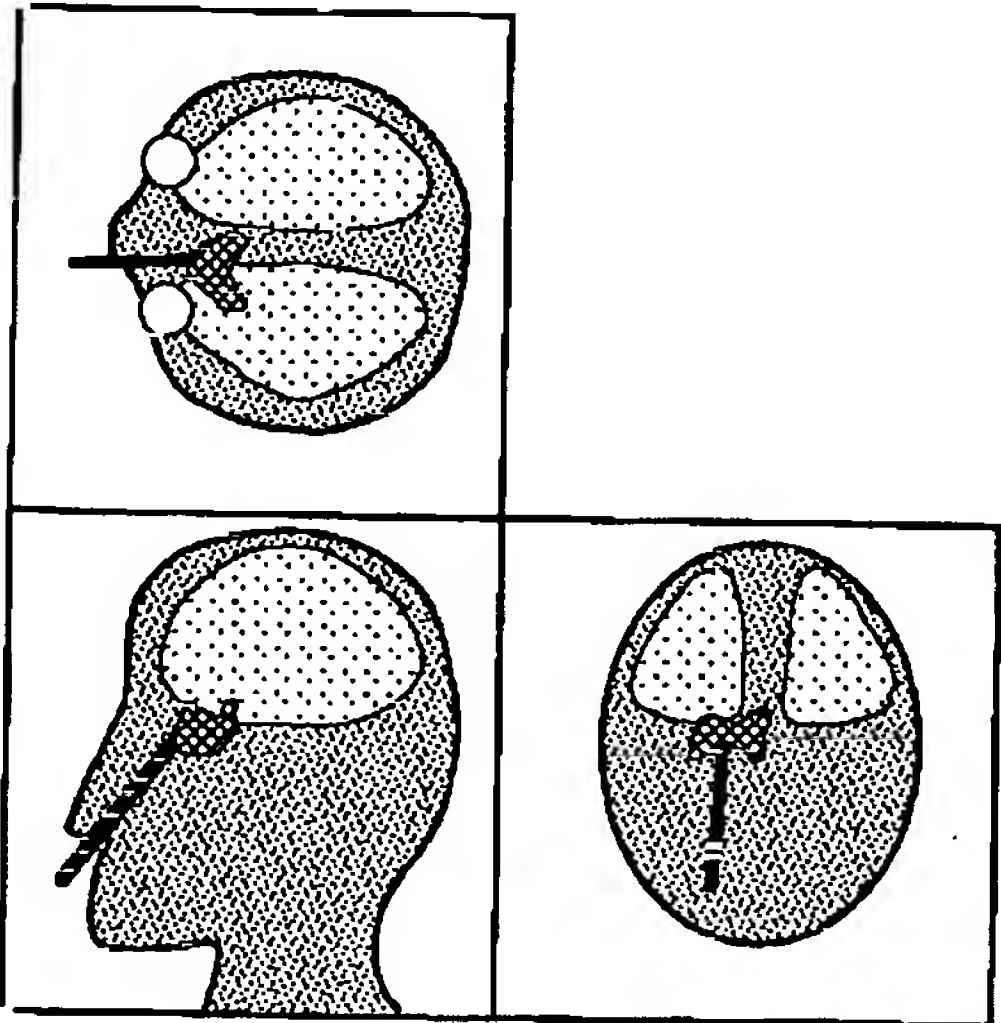
【図9】



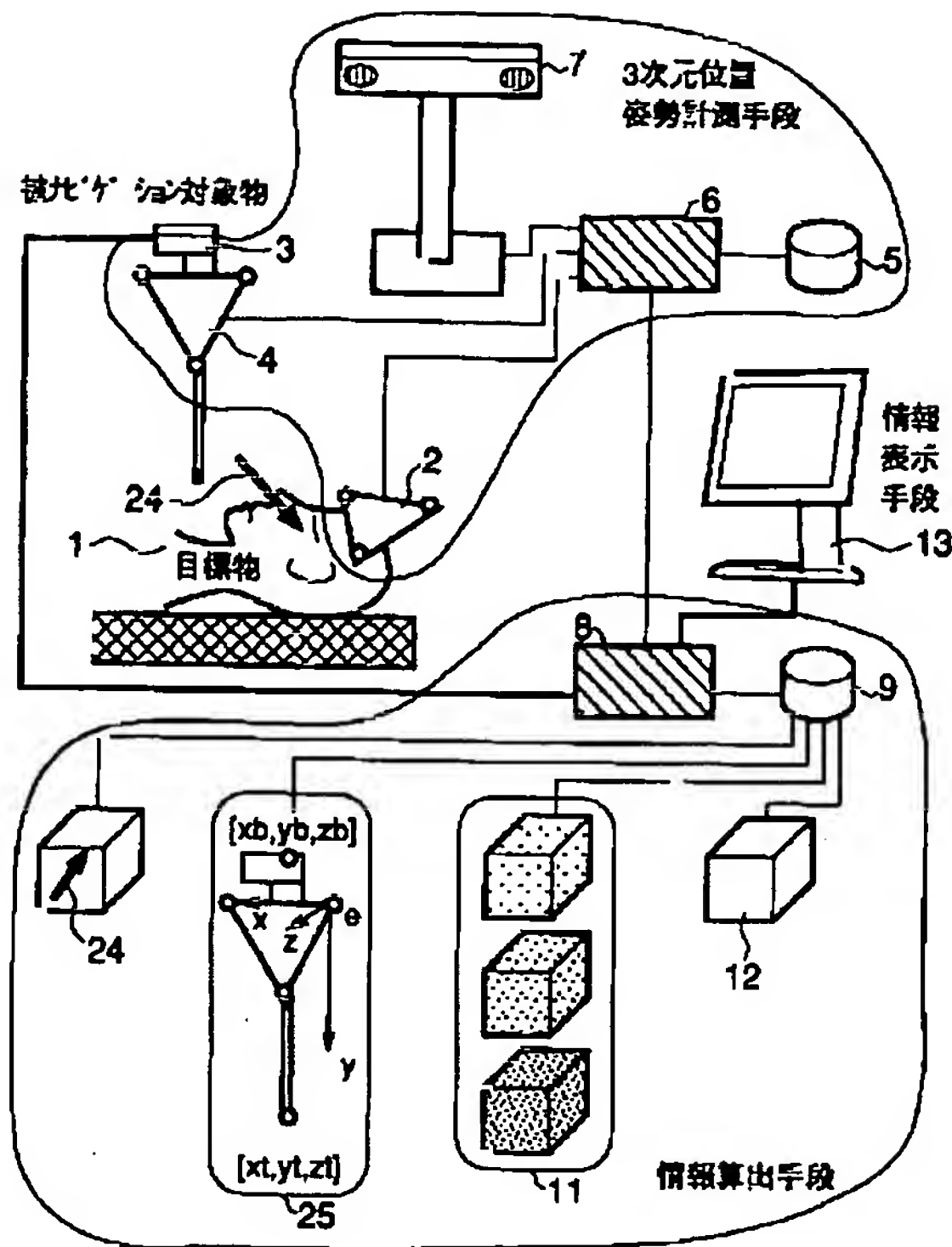
【図10】



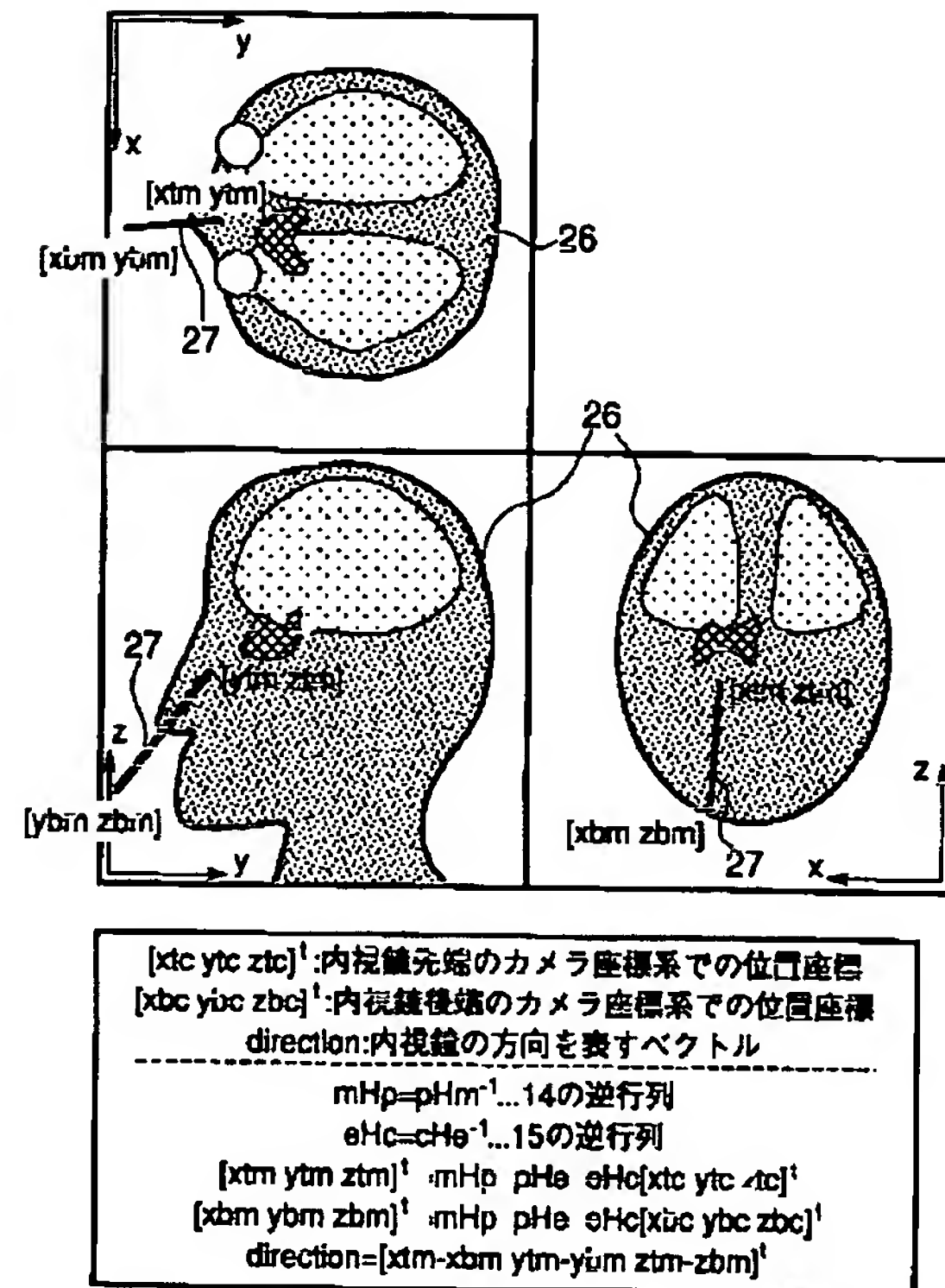
【図13】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 齊藤 明人  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(72)発明者 松崎 弘  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 小坂 明生  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内  
(72)発明者 浅野 武夫  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

Fターム(参考) 5E501 AA24 AA25 AC15 BA03 CA03  
CB14 FA14 FA27